

T S2/5/1

2/5/1

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2005 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04531160 **Image available**

TORSIONAL VIBRATOR AND OPTICAL DEFLECTOR

PUB. NO.: 06-175060 [JP 6175060 A]
PUBLISHED: June 24, 1994 (19940624)
INVENTOR(s): NAKAGAWA WATARU
TSURUOKA MICHIIKO
SAKAGAMI SATOSHI
APPLICANT(s): FUJI ELECTRIC CO LTD [000523] (A Japanese Company or
Corporation), JP (Japan)
APPL. NO.: 04-291839 [JP 92291839]
FILED: October 30, 1992 (19921030)
INTL CLASS: [5] G02B-026/10; B25J-007/00
JAPIO CLASS: 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS -- Optical Equipment); 26.9
(TRANSPORTATION -- Other); 36.1 (LABOR SAVING DEVICES --
Industrial Robots)
JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R107 (INFORMATION PROCESSING -- OCR & OMR
Optical Readers)
JOURNAL: Section: P, Section No. 1804, Vol. 18, No. 510, Pg. 106,
September 26, 1994 (19940926)
ABSTRACT
PURPOSE: To enable stable operation with small-sized and inexpensive
constitution.

CONSTITUTION: A second torsion vibrator 3 consisting of an outside frame
part 31 and a second torsion spring 32 is formed on the outer side of a
first torsional vibrator 2 consisting of a pair of torsion springs 22 and a
planar member (reflection mirror) 21. This second torsional vibrator 3 is
fixed by a fixing part 4. The resonance frequency of the first torsional
vibrator 2 is set higher than the resonance frequency of the second
torsional vibrator 3 and the outside frame part 31 of the second torsional
vibrator 3 is driven by magnetic attraction or electrostatic attraction
near the resonance frequency of the first torsional vibrator so that a
large displacement or scanning angle is stably obtained by small driving
force. Figure shows an example in which the one way magnetic attraction or
electrostatic attraction is applied to the outside frame part 31 and the
application of force couple thereto in place of the above- mentioned
attraction is possible as well.

?

T S2/3/1

2/3/1

DIALOG(R) File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat
(c) 2005 EPO. All rts. reserv.

11514899

Basic Patent (No,Kind,Date): GB 9320720 A0 19931124 <No. of Patents: 008>

TORSIONAL VIBRATORS AND LIGHT DEFLECTORS USING THE TORSIONAL VIBRATOR (English)

Patent Assignee: FUJI ELECTRIC CO LTD

Language of Document: English

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date	
DE 4334267	A1	19940414	DE 4334267	A	19931007	
DE 4334267	C2	19970612	DE 4334267	A	19931007	
GB 9320720	A0	19931124	GB 9320720	A	19931007	(BASIC)
GB 2271436	A1	19940413	GB 9320720	A	19931007	
GB 2271436	B2	19960703	GB 9320720	A	19931007	
JP 6175060	A2	19940624	JP 92291839	A	19921030	
JP 3003429	B2	20000131	JP 92291839	A	19921030	
US 5543956	A	19960806	US 132291	A	19931006	

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 92270543 A 19921008

JP 92291839 A 19921030

?

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-175060

(43)公開日 平成6年(1994)6月24日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 26/10	1 0 1			
B 2 5 J 7/00		8611-3F		

審査請求 未請求 請求項の数5(全 6 頁)

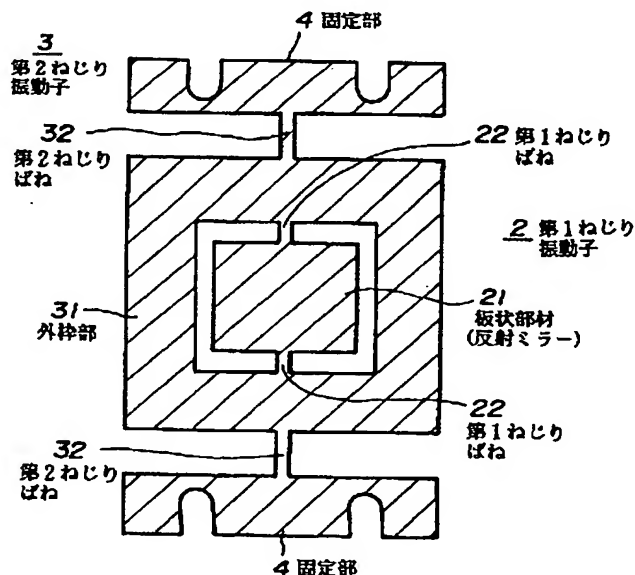
(21)出願番号	特願平4-291839	(71)出願人	000005234 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(22)出願日	平成4年(1992)10月30日	(72)発明者	中川 亘 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平4-270543	(72)発明者	鶴岡 亨彦 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
(32)優先日	平4(1992)10月8日	(72)発明者	坂上 智 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
(33)優先権主張国	日本 (J P)	(74)代理人	弁理士 松崎 清

(54)【発明の名称】 ねじり振動子および光偏向子

(57)【要約】

【目的】 小型かつ安価な構成で安定な動作を可能とする。

【構成】 1対のねじりばね22と板状部材(反射ミラー)21とからなる第1ねじり振動子2の外側に、外枠部31と第2のねじりばね32とからなる第2ねじり振動子3を形成し、固定部4により第2ねじり振動子3を固定する。そして、第1ねじり振動子2の共振周波数を第2ねじり振動子3のそれよりも高く設定し、第2ねじり振動子3の外枠部31を磁気引力または静電引力により、第1ねじり振動子2の共振周波数近傍で駆動することで、小さな駆動力で大きな変位または走査角を安定して得られるようにする。図は外枠部31に一方方向の磁気引力または静電引力を加える例であるが、これを偶力とすることもできる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 板状部材と第1ばね部とからなる第1振動子と、この第1振動子に接続される応動部と第2ばね部とからなる第2振動子とを持つ2自由度以上の振動子の前記応動部に駆動力を与え、第1振動子の共振周波数近傍で動作させることを特徴とするねじり振動子。

【請求項2】 反射ミラー部と第1ばね部とからなる第1振動子と、この第1振動子に接続される応動部と第2ばね部とからなる第2振動子とを持つ2自由度以上の振動子の前記応動部に駆動力を与え、第1振動子の共振周波数で動作させることを特徴とする光偏向子。

【請求項3】 反射ミラー部と第1ばね部とからなる第1振動子と、この第1振動子に接続される応動部と第2ばね部とからなる第2振動子とを持つ2自由度以上の振動子の前記応動部に、前記第2ばね部を中心とする偶力を与え、第1振動子の共振周波数近傍で動作させることを特徴とする光偏向子。

【請求項4】 前記駆動力を電磁力とすることを特徴とする請求項2または3に記載の光偏向子

【請求項5】 前記駆動力を静電力とすることを特徴とする請求項2または3に記載の光偏向子

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、電子写真式複写機、レーザビームプリンタ画像形成装置またはバーコード読取装置などの光学機器の走査装置に適用して好適な、ねじり振動子および光偏向子に関する。

【0002】

【従来の技術】 この種の従来技術として、図8に示すようなものがある（特開昭57-8520号公報参照）。同図において、51は例えばシリコンプレートからスパンバンド52a、52bと反射ミラー53とを一体に形成した振動子、54はガラス製の基板である。反射ミラー53は中心でこの基板54の突起55と接しているが、その左右は歪み56により一定のギャップが保たれている。57a、57bは基板54に設けた電極で、一方の電極とミラー53との間に適宜な手段にて外部から電圧を印加することにより、ミラー53が静電引力で吸引されて傾くことから、ミラー53に当たった光は図8（ロ）に矢印で示すように走査されることになる。つまり、ミラー53が左右に各 ϕ だけ傾くと、光は2 ϕ だけ振れることになる。この例は部品点数が少ないので、極めて小型にし得るという特徴がある。

【0003】 しかし、図8に示すものではミラーの振れ角（光走査角）を大きくすべく電極間距離を大きくすると、大電圧を必要として実用的でなくなるので、高々1～2度の走査角しか得られないという欠点がある。そこで、図9に示すような画像形成装置も提案されている（特開昭63-82165号公報）。この装置は、反射ミラー312と駆動用コイル311を一体形成したガル

バノミラーを、ヨーク328とコイル329からなる外部磁界中に配置し、その共振周波数に一致した交流電流をコイル311に通電し、電流に比例したミラー変位を得るようにしたものである。このガルバノミラーは通電する電流を大きくすることで、反射ミラーの角度変位を容易に大きくできるので、光走査角を大きくし得る利点がある。なお、同図（イ）は光偏向子310を示す正面図、（ロ）はその全体構成である光偏向器300を示す斜視図である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、図9に示す光偏向子には以下のような問題がある。

（1）反射ミラー312と同一基板上の駆動用コイル311に大きな電流を通電する必要があるため、発熱によってミラーに変形が生じ易く、反射光像に歪みを生じる。

（2）ねじりばね部の上に銅または銀でリードを設ける必要があるため、周囲温度が変化すると、ばね部材との線膨張係数の違いにより、共振周波数とそのQが変化し、不安定となる。

したがって、この発明の課題は小型かつ安価な構成で安定な光走査などの動作を可能にすることにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 このような課題を解決するため、第1の発明では、板状部材と第1ばね部とからなる第1振動子と、この第1振動子に接続される応動部と第2ばね部とからなる第2振動子とを持つ2自由度以上の振動子の前記応動部に駆動力を与え、第1振動子の共振周波数近傍で動作させることを特徴としている。第2の発明では、反射ミラー部と第1ばね部とからなる第1振動子と、この第1振動子に接続される応動部と第2ばね部とからなる第2振動子とを持つ2自由度以上の振動子の前記応動部に駆動力を与え、第1振動子の共振周波数近傍で動作させることを特徴としている。

【0006】 第3の発明では、反射ミラー部と第1ばね部とからなる第1振動子と、この第1振動子に接続される応動部と第2ばね部とからなる第2振動子とを持つ2自由度以上の振動子の前記応動部に、前記第2ばね部を中心とする偶力を与え、第1振動子の共振周波数近傍で動作させることを特徴としている。上記第2または第3の発明では、その駆動力または偶力を電磁力または静電気力とすることができる。

【0007】

【作用】 1対のねじりばね部と板状部材または1対のねじりばね部とミラー部からなる第1ねじり振動子の外側に、応動部と第2のねじりばね部とからなる第2ねじり振動子を形成し、第2のねじりばね部を固定する。さらに、第1ねじり振動子の共振周波数を第2ねじり振動子のそれよりも高く設定して、第2ねじり振動子の応動部を磁気引力または静電引力発生手段により、第1の共振

周波数近傍で駆動する。こうすることにより、第2ねじり振動子の角度振幅はその共振周波数で最大となるが、それよりも高い周波数では駆動周波数が高ければ高い程振幅は小さくなる。

【0008】つまり、第1の共振周波数近傍で駆動することにより第2ねじり振動子の振幅は小さく、第1ねじり振動子の振幅は大きくすることができる。なお、応動部に加える力を偶力とすることができる。こうすれば、駆動手段を設けている第2ねじり振動子側の振幅は小さくて良いので、駆動手段と第2ねじり振動子との距離を小さく設定することができ、極めて小さなエネルギーで、大きな振れ角または走査角を得ることができる。また、板状部材または反射ミラーに接することのない駆動手段を用い得ることから、発熱による熱歪を生じることがなく、安定な光ビーム走査などの動作が可能となる。

【0009】

【実施例】図1はこの発明の実施例を示す斜視図、図2は図1の振動子の構成を示す平面図である。これらの図において、1は磁性体で作られた2自由度振動子で、板状部材21と1対の第1ねじりばね22とからなる第1のねじり振動子2、外枠部31と第2ねじりばね32とからなる第2のねじり振動子3、および固定部4などから構成される。なお、板状部材21を反射ミラーで置換するかまたは板状部材21に反射ミラーを設けることにより、光偏向器とすることができる。以下、主として光*

$$|x| = F \cdot \left\{ (k - I_1 \omega^2)^2 + (C\omega)^2 \right\}^{1/2} / |\Delta(\omega)| \quad \dots (1)$$

$$y = F \cdot \left\{ k^2 + (C\omega)^2 \right\}^{1/2} / |\Delta(\omega)| \quad \dots (2)$$

$$|\Delta(\omega)| = \left\{ (K - I_2 \omega^2)(k - I_1 \omega^2) - I_1 k \omega^2 \right\}^2 + (C\omega)^2 \left\{ (K - (I_1 + I_2) \omega^2) \right\}^2 \right\}^{1/2} \dots (3)$$

【0013】第1ねじり振動子に作用する減衰は小さく、省略できるものとすると、 $C=0$ として、第2ねじり*

$$|x| = F \left\{ k - I_1 \omega^2 \right\} / \left\{ (K - I_2 \omega^2)(k - I_1 \omega^2) - I_1 k \omega^2 \right\} \quad \dots (4)$$

となり、第1ねじり振動子の共振周波数 $f = 2\pi\omega = 2\pi(k/I_1)^{1/2}$ で駆動すると、

$$|y| = F \left\{ k \right\} / \left\{ (K - I_2 \omega^2)(k - I_1 \omega^2) - I_1 k \omega^2 \right\} = F / \left\{ k \right\}$$

となり、駆動力Fに比例した振幅を得ることができる。

【0014】また、この実施例では第2ねじり振動子3の共振周波数よりも、第1ねじり振動子2の共振周波数の方を非常に高く設定しておくことにより、第1ねじり振動子2の共振周波数から若干ずれた周波数で駆動されても、第2ねじり振動子3の振幅は小さく押さえることが可能となり、その結果、第2ねじり振動子3とヨーク61、62とのギャップ距離が小さくても板状部材(反射ミラー)21の振幅を大きくすることができる。つまり、ギャップ距離が小さいので、駆動電流に対する駆動力を大きくすることができ、小さな駆動エネルギーで大きな板状部材(反射ミラー)振幅を確保することが可能

*偏向器の例について説明する。

【0010】板状部材(反射ミラー)21および外枠部31はそれぞれ第1、第2ねじりばね22、32を中心に回転運動できるよう構成されていて、固定部4は基板5にしっかりと固定されている。外枠部31の近傍には小さい距離を隔ててヨーク61、62およびコイル71、72からなる電磁駆動手段が、第1、第2ねじりばね22、32を中心に左右に1つずつ配置されている。なお、外枠部31は駆動手段に応動する部分ともなるので、以下応動部とも言う。

【0011】このような構成において、コイル71(72)に電流を流せば磁束が発生し、ヨーク61(62)近傍の磁性体である外枠部31を吸引する力が生じるので、コイル71、72に交互に通電することにより、振動子2、3はそれぞれ第1、第2ねじりばね22、32を中心に回転振動することになる。このような2自由度振動子の原理モデル図を図3に示す。いま、第2ねじり振動子3に調和起振力 $F e^{i\omega t}$ を加えたときの第2ねじり振動子3の振幅を x 、第1ねじり振動子2の変位を y とすると、これらは次式のように表現される。なお、 ω は振動角周波数、 C は弾性係数、 I_1 、 I_2 はそれぞれ第1、第2ねじり振動子の慣性モーメント、 k 、 K はそれぞれ第1、第2振動子のねじりばね定数を示す。

【0012】

★ $|x| = 0$

★ となる。一方、第1ねじり振動子の振幅 y は、

となる。

【0015】図4はこの発明の他の実施例を示す斜視図である。この実施例では、外枠部(応動部)31に対向して固定電極91、92を配置し、例えば外枠部31は固定部4を経て接地状態にする一方、固定電極91または92にスイッチSWを介して交互に電圧を加え、これにより両者間に生じる静電気力を利用するものである。このとき、この2自由度振動子は図1、図2の実施例と同様に、第1ねじり振動子の共振周波数近傍で回転振動させられることになる。

【0016】静電気力Fはギャップ間距離を d 、電極面積を S 、印加電圧を V 、 ϵ を比誘電率、 ϵ_0 を真空の誘

電率として、

$$F = \epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot S \cdot V / d^2$$

と表現できるので、同じ力を得るのにギャップを小さく設定できれば、非常に小さな電圧で済むことを示している。すなわち、このようなねじり振動子を利用することにより、低電圧で大きな板状部材（反射ミラー）振幅を得ることができる。また、このような静電駆動方式は電磁駆動型に比べて部品数が少なく、固定電極を配置するだけで良いので、小型化が容易となる利点が見られる。

【0017】以上では、振動子を2自由度としたが、自由度は3以上とすることができる。3自由度の実施例を図5に示す。41は図2の外枠部31に対応する応動部で、その他は図2と同様なので詳細は省略する。なお、このように構成することにより、外形形状を小さくし得るわりには板状部材または反射ミラーを比較的大きくすることが可能となる。

【0018】ところで、これまでのものは駆動力が一方の力であるため、大きな力を印加すると支持部にたわみ振動が発生し、走査光に走査方向以外のブレ（ウォブル）が生じるという問題が残されている。また、設定したギャップ距離の2乗に反比例する力のため、過大な力を発生させると可動部が固定部に吸引固定してしまい動作不能になるという問題もある。図6に、このような問題に対処するための実施例を示す。

【0019】これは、2自由度振動子1の外枠部（応動部）に対向して、適当な距離を隔てて表裏に2組の固定電極91、92および93、94を配置し、左右の電極は交互に表裏の電極では逆位相となるように電圧を加え、これにより発生する静電気力を利用するものである。このときの発生力は、2自由度振動子1の第2ねじりばねを中心とする偶力となるので、同じ振幅を得るのに低い電圧で済み、回転以外の力がばね部に作用しないので安定した光走査が可能となる。

【0020】図7に別の実施例を示す。同図（イ）はその斜視図、（ロ）は断面図をそれぞれ示す。これは、例えばフォトリソグラフィによる微細加工技術で製作したシリコン製の第1ねじり振動子を、金属製の第2ねじり振動子に接合して、2自由度振動子10としたもので、11は板状部材（反射ミラー）、12A、12Bは第1ねじりばね、13は外枠部（応動部）、14A、14Bは第2ねじりばねを示す。

【0021】そして、外枠部（応動部）13の左右にはそれぞれ永久磁石41A、41Bを接合し、2つのコイル25A、25Bを基板20に固定して磁石41A、41Bの近傍に配置してコイル25A、25Bに互いに逆方向の電流を流し、その結果発生する電磁力を利用するものである。このとき発生する電磁力は、左右の磁気回路について、同一磁束方向に対し電流の向きを逆に設定していることから偶力となり、図6の場合と同様の効果

が得られるようになっている。また、接合する永久磁石の磁界の向きを逆にして、コイルに流す電流の向きを同じにしても作用効果は同じである。

【0022】

【発明の効果】この発明によれば、板状部材または反射ミラーと1対の第1ねじりばねとからなる第1ねじり振動子を、応動部と第2ねじりばねとからなる第2ねじり振動子に結合して2自由度振動子を形成し、第2ねじり振動子の応動部に駆動力または偶力を与え、第1ねじり振動子の共振周波数で駆動するようにしたので、第2ねじり振動子の振幅を第1ねじり振動子のそれに比べて著しく小さくすることができる。そのため、振動子とヨークまたは固定電極と対向させて力を発生する電磁駆動手段または静電駆動手段の如く、振動子とのギャップを小さく設定しなければならなかった駆動手段に対しても、板状部材または反射ミラーの振幅を大きくすることができる。また、偶力を利用するものにあつては、支持部に回転以外の力が加わらないのでばね部のたわみ変形がなくなり、光走査のブレが小さく安定した動作が可能となる利点が見られる。また、電磁式では振動子に磁性材料を使用すれば、振動子上にコイルやリードを形成する必要がないため、通電によりコイルから発生する熱でミラーを歪ませることもなく、安定した光ビーム走査などの動作が可能となる。さらに、静電式では、振動子に対向して固定電極を配置するだけで良いので、部品数を少なくでき、小型化が可能となる。また、この方式では、振動子は導電性であれば良いので、その材質を幅広く選択することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例を示す斜視図である。

【図2】図1に示す振動子を示す平面図である。

【図3】この発明の原理説明図である。

【図4】この発明の他の実施例を示す斜視図である。

【図5】3自由度振動子の例を示す平面図である。

【図6】静電気力の偶力を利用するこの発明の実施例を示す断面図である。

【図7】電磁力の偶力を利用するこの発明の実施例を示す構成図である。

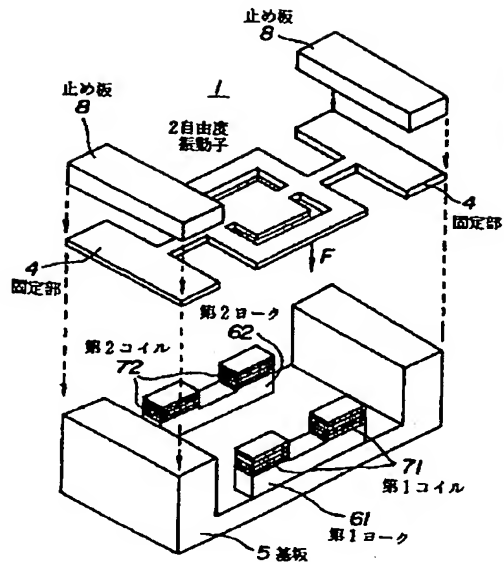
【図8】第1の従来例を示す構成図である。

【図9】第2の従来例を示す構成図である。

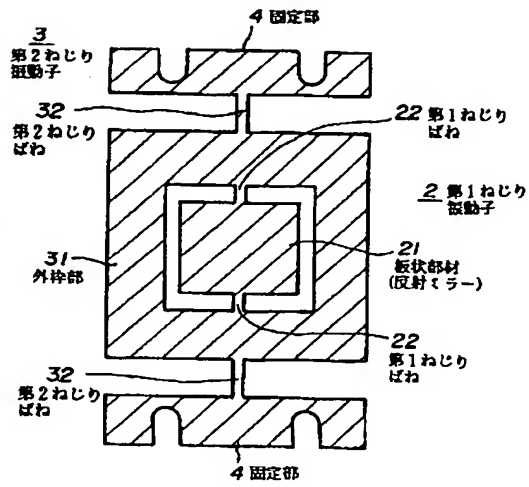
【符号の説明】

1、10…2自由度ねじり振動子、2…第1ねじり振動子、11、21…板状部材（反射ミラー）、12A、12B、14A、14B、22、32…ねじりばね、3…第2ねじり振動子、13、31…外枠部（応動部）、4…固定部、41…応動部、41A、41B…永久磁石、5、5A、5B、20…基板、61、62…ヨーク、25A、25B、71、72…コイル、8…止め板、91、92、93、94…固定電極。

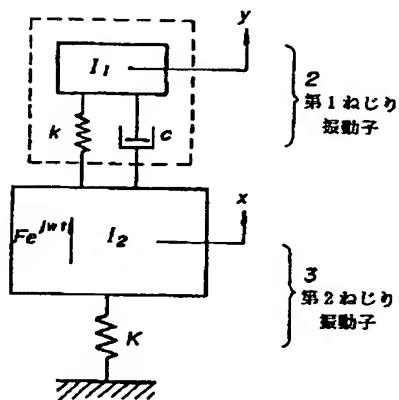
【図1】



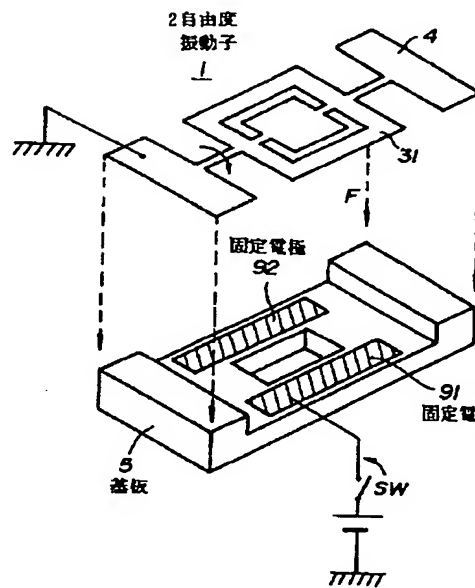
【図2】



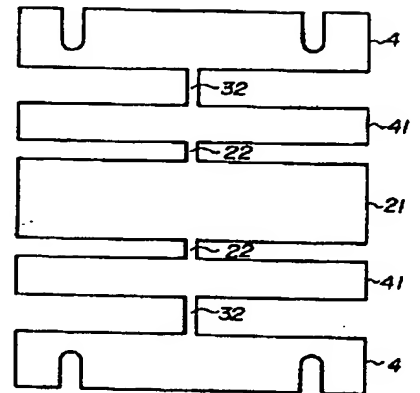
【図3】



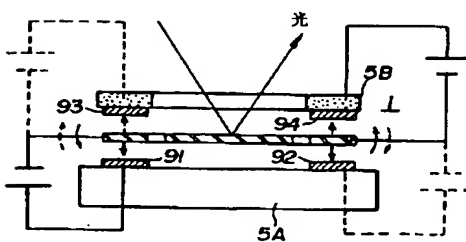
【図4】



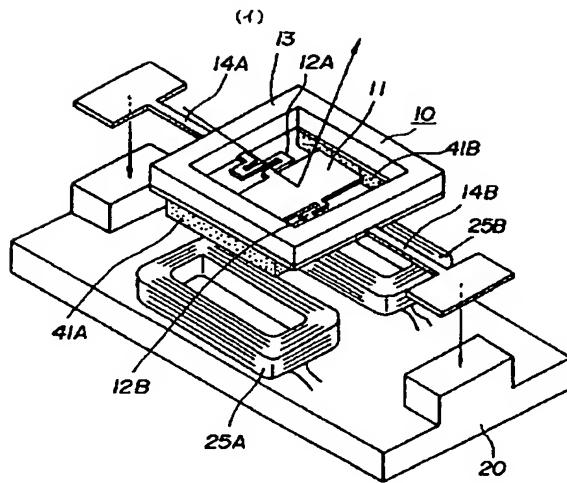
【図5】



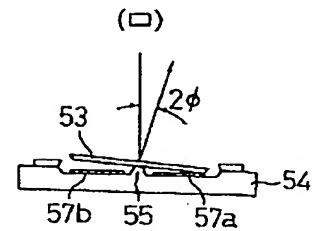
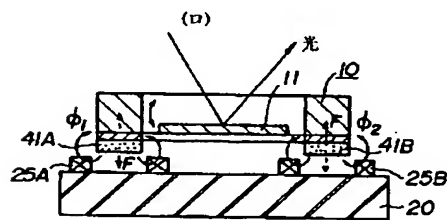
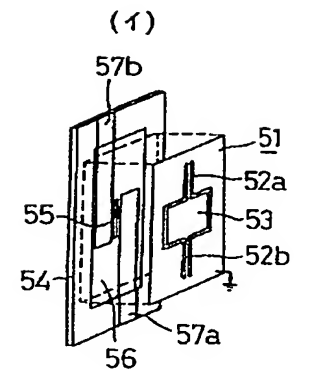
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

